

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1939

THÈSE

N°

1166

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

BERTHET (Georges-Louis)

Né le 25 Août 1915, à VERSAILLES (Seine-et-Oise)

**Contribution à l'étude
de la configuration interne
de la moelle osseuse
et de ses connexions vasculaires
par la méthode des injections
intramédullaires de substances opaques**

Président : M. LEMIERRE, Professeur.

SAINT-CLOUD
IMPRIMERIE GIRAULT, S. A.
3, Place de l'Eglise

1939

ANNÉE 1939

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

BERTHET (Georges-Louis)

Né le 25 Août 1915, à VERSAILLES (Seine-et-Oise)

**Contribution à l'étude
de la configuration interne
de la moelle osseuse
et de ses connexions vasculaires
par la méthode des injections
intramédullaires de substances opaques**

Président : M. LEMIERRE, Professeur.

SAINT-CLOUD
IMPRIMERIE GIRAULT, S. A.
3, Place de l'Eglise

1939



I — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIÈRE.
Physiologie	LÉON BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	OLONOVSKI.
Bactériologie	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	MONDOR.
Anatomie pathologique	LEROUX.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
	LOEPER.
Clinique médicale	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	CHEVASSU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	JEANNIN.
	LÉVY-SOLAL.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	M. VILLARET.
Clinique de la tuberculose	TROISIER.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Clinique de cardiologie	LAUBRY.
Clinique de neuro-chirurgie	Clovis VINCENT.
Assistance médico-sociale	N.
	HAZARD.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	SANNIÉ.
	VERNE.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.		MM.	
AMELINE . . .	Pathologie chirurgicale.	LACOMME . . .	Obstétrique.
BARIÉTY . . .	Pathologie médicale.	LANTUÉJOUL . .	Obstétrique.
BÉNARD (Henri)	Pathologie médicale.	LAROCHE (Guy).	Pathologie médicale.
BERNARD Etienne	Pathologie médicale.	LAVIER	Parasitologie.
BESANÇON (Justin)	Hydrologie.	LELONG	Pathologie médicale.
BOULIN	Pathologie médicale.	LEMAIRE	Pathologie expérimentale
BULLIARD . . .	Histologie.	LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
CATHALA . . .	Pathologie médicale.	Mlle J. LÉVY . .	Pharmacologie.
CHEVALLIER . .	Pathologie médicale.	LÉVY-VALENSI .	Neurologie et Psychiâtrie
COSTE	Pathologie médicale.	MÉNÉGAUX . . .	Pathologie chirurgicale.
DOGNON	Physique.	MOLLARET . . .	Pathologie médicale.
FEY	Urologie.	MOREAU	Pathologie médicale.
FUNCK	Pathologie chirurgicale.	MOULONGUET . .	Pathologie chirurgicale.
GALLIARD . . .	Parasitologie.	MOUQUIN	Pathologie médicale.
GASTINEL . . .	Bactériologie.	PETIT-DUTAILLIS	Pathologie chirurgicale.
DE GAUDART		PIÉDELIÈVRE . .	Médecine légale.
D'ALLAINES . .	Pathologie chirurgicale.	PORTES	Obstétrique.
GAYET	Physiologie.	RENARD	Ophthalmologie.
DE GENNES . .	Pathologie médicale.	RICHEL	Physiologie.
GIROUD	Histologie.	SÈNÈQUE	Pathologie chirurgicale.
HAGUENAU . . .	Pathologie médicale.	TURPIN	Pathologie médicale.
HALPHEN . . .	Oto-rhino-laryngologie.	VIGNES	Obstétrique.
HUGUENIN . . .	Anatomie pathologique.	WILMOTH	Pathologie chirurgicale.
JOANNON	Hygiène.		

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.		MM.	
ALGLAVE . . .	Pathologie chirurgicale.	LARDENNOIS . .	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET . . .	Pharmacologie.	LE LORIER . . .	Obstétrique.
CHAILLEY-BERT	Physiologie.	NEVEU-LEMAIRE	Parasitologie.
GUÉNIOT . . .	Obstétrique.	SCHWARTZ . . .	Pathologie chirurgicale.
HEITZ-BOYER .	Pathologie chirurgicale.	VAUDESCAL . .	Obstétrique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.		MM.	
ALAJOUANINE. .	} Clinique médicale.	BASSET	} Clinique chirurgicale.
AUBERTIN . . .		BROCQ	
BRULÉ		CADENAT	
CHABROL		GATELLIER . . .	
DONZELOT . . .		MOURE	
DUVOIR		QUENU	
LIAN		VELTER	
PASTEUR-VAL- LERY-RADOT .			
SÉZARY			

MM.

ECALLE	} Clinique obstétricale.
METZGER	

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.

CHAILLEY-BERT, agrégé. . .	Education physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE

A MA MÈRE

A MA GRAND'MÈRE

A MA SŒUR

A MA TANTE

A TOUS MES PARENTS.

A MONSIEUR LE DOCTEUR L. RENARD

A TOUS MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR LEMIERRE

Membre de l'Académie de Médecine

Professeur de clinique des maladies infectieuses

à la Faculté de Médecine de Paris

Médecin des Hôpitaux

Officier de la Légion d'Honneur

*Qui a bien voulu nous faire le grand hon-
neur de présider notre thèse. Avec nos
sentiments très respectueux.*

A LA MÉMOIRE DE MON TRÈS REGRETTÉ MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR HOVELACQUE

A MONSIEUR LE DOCTEUR RENÉ BENDA

Médecin de l'Hôpital Broussais

*Qui nous a inspiré le sujet de cette
thèse et qui nous a fait profiter de son
fructueux enseignement. Qu'il veuille bien
trouver ici l'expression de notre très sin-
cère reconnaissance.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR E. ORINSTEIN

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX DE PARIS

Stages

MONSIEUR LE PROFESSEUR CARNOT

MONSIEUR LE PROFESSEUR GOSSET

Externat

MONSIEUR LE DOCTEUR BERGERET

MONSIEUR LE PROFESSEUR LEMIERRE

MONSIEUR LE DOCTEUR CAIN

MONSIEUR LE DOCTEUR BENDA

MONSIEUR LE DOCTEUR LAPORTE

MONSIEUR LE DOCTEUR CATTAN

INTRODUCTION

Il serait vain d'insister sur l'importance actuelle prise dans la pathologie par la ponction sternale.

Savoir ponctionner au point d'élection, déterminer les caractères du liquide retiré, voire même parfois ce que l'on peut injecter dans la moelle osseuse dans un but thérapeutique, sont pour le clinicien autant de préoccupations qui nous ont conduit à cette étude.

Nous envisagerons la question avant tout sous son aspect le plus général, en nous guidant sur les travaux expérimentaux chez le cobaye effectués par M. R. Benda et ses collaborateurs, y compris les recherches encore inédites qu'il a entreprises avec M. E. ORINSTEIN. Les circonstances actuelles ont empêché la publication de cette dernière partie de leur travaux; mais ils ont bien voulu me faire l'honneur de m'y associer et me charger d'en exposer les premiers résultats, afin de prendre en quelque sorte date à leur place.

Nous aurons l'occasion, bien entendu, d'envisager les différents aspects de la question. Sans pouvoir actuellement en tirer des conséquences d'une valeur pratique absolue, ces recherches seront peut-être amenées, dans un avenir que nous espérons prochain, à mieux guider les investigations médullaires osseuses.

HISTORIQUE

L'idée de pratiquer des injections intramédullaires est loin d'être récente. Dès 1865, un auteur du nom de DUBUISSON-CHRISTÔT soutenait, devant la Faculté de Médecine de Paris, une thèse intitulée *Recherches anatomiques et physiologiques sur la moelle osseuse des os longs*. Il utilisait le lapin, auquel il injectait dans la moelle osseuse de la strychnine ou du cyanure de potassium (1).

Toutefois, après ces premiers essais, un silence relatif s'établit sur la question. A vrai dire, si physiologistes et histologistes s'intéressent à la question de la moelle osseuse, leurs recherches n'ont aucune parenté avec les injections intramédullaires osseuses, telles que nous les envisageons dans cet exposé.

Seule l'étude de la configuration interne et des connexions vasculaires de la moelle osseuse pouvait prendre son plein essor par l'expérimentation portant sur le vivant, tant d'ailleurs chez l'homme que chez l'animal de laboratoire.

Des méthodes d'étude différentes allaient donc s'imposer. Les expériences initiales de DUBUISSON-CHRISTÔT ne devaient être suivies que de quelques timides répliques dépourvues d'originalité. Il faut attendre 1931, pour retrouver la question sur un plan

réellement scientifique : à cette époque, OLUP THOMSEN et J. ENGELBRETH-HOLM effectuent les premières injections de goudron dans la cavité médullaire des poules, obtenant ainsi des altérations à type d'érythroblastoses (2).

C'est l'histoire de la ponction sternale qui devait servir de préface à celle des injections intramédullaires dont le renouveau s'accusait en 1933 par les travaux de JEAN BERNARD. Cet auteur pratiquait des injections intramédullaires de goudron chez les rats blancs; il constatait des modifications sanguines, médullaires et spléniques, de même que quelques phénomènes sur d'autres systèmes, de reproduction en particulier. Il étendit ses expériences à d'autres animaux (souris, cobaye, singe) en utilisant d'autres substances : silice, sels d'or, obtenant des résultats analogues (3).

En 1934, le professeur JOSEFSON, de Stockholm, rapportait le fait de plusieurs malades ressentant un goût de « phényl » immédiatement après une injection intramédullaire d'extrait de foie (4).

MM. CODVELLE, J. BERNARD et GUICHÈNE constatent, après injection de goudron dans la moelle osseuse d'un sujet atteint d'aleucie hémorragique, que ce malade accusait une saveur de gaz d'éclairage qui aurait témoigné de la diffusion des composés volatils du goudron (5).

C'est en 1938, qu'utilisant l'épreuve de la fluoresceine préconisée par M. LIAN et Mme BARRAS (1930) pour la mesure de la vitesse de la circulation chez l'homme, M. R. BENDA et ses collaborateurs retrouvent cette substance dans le suc médullaire prélevé par ponction sternale quelques secondes après l'avoir injectée dans une veine du pli du coude. De même l'étude du chimisme de la moelle osseuse devait ame-

ner à mieux préciser les connexions vasculaires. En effet, l'étude de la glycomyélie comparée avec la glycémie montrait une discordance entre la constitution chimique du sang médullaire et du sang périphérique (6). D'ailleurs cette discordance semble assez bien cadrer avec l'hypothèse physiologique de W. GOHS (7) admettant dans la moelle osseuse, à côté d'un système capillaire artério-veineux banal, un système capillaire érythropoïétique, uni au premier par des anastomoses veineuses, contribuant à former un appareil à circulation ralentie créant une stagnation.

Cependant, si ces auteurs avaient utilisé des substances variées : strychnine, cyanure de potassium, extrait hépatique, goudron ou autre, aucun n'avait encore employé de substances opaques. Et pourtant, la substitution à des impressions subjectives ou des dosages chimiques de la méthode par injection de substances opaques s'imposait. Elle pouvait, avec de bons clichés radiographiques, permettre une interprétation immédiate; elle avait fait ses preuves dans d'autres domaines de la pathologie, elle mettait aux mains de l'expérimentateur toute une gamme de produits opaques utilisables à des concentrations variables.

Certes, JOSEFSON avait déjà utilisé le lipiodol lourd, mais sans résultats.

Ce sont en fait M. R. BENDA et ses collaborateurs qui inaugurent la méthode des injections de substances opaques appliquée à la moelle osseuse.

Nous envisagerons d'abord dans cette étude les travaux expérimentaux de MM. R. BENDA, Ch. DEBRAY et J. BOURRÉE sur le cobaye (8). Nous examinerons ensuite les travaux encore inédits de MM. R. BENDA et E. ORINSTEIN, travaux que nous évoquions déjà au début de cet exposé.

PREMIÈRE PARTIE

I. — EXPÉRIMENTATION PAR INJECTION DE SUBSTANCES OPAQUES DANS LA MOELLE OSSEUSE DU COBAYE

Le compte-rendu en est fait dans les « *Bulletins et Mémoires de la Société Médicale des Hôpitaux* » à la séance du 14 mai 1937.

A) Technique.

MM. R. BENDA, Ch. DEBRAY et J. BOURRÉE utilisent comme animal le cobaye adulte.

1° *Mise en place de l'aiguille :*

L'injection dans la moelle tibiale est la plus fréquemment pratiquée. L'animal étant immobilisé, on place la patte en hyperflexion afin de dégager au maximum le plateau tibial. On pénètre par l'articulation afin d'atteindre la cavité médullaire par l'épiphyse: c'est seulement ainsi, en effet, que l'on évite, chez le

cobaye adulte, dont les os sont plus durs que ceux du rat, le dérapage qu'entraînerait l'atteinte directe et oblique par l'aiguille d'une diaphyse trop résistante.

L'aiguille utilisée doit être robuste et comporter un mandrin : l'aiguille à réinsufflation de Kuss réalise ces conditions. Après perforation des parties molles, on atteint l'épiphyse que l'on traverse en imprimant à l'aiguille des mouvements de vrille. Lorsque l'os spongieux est traversé et la résistance par conséquent vaincue, on pénètre ainsi dans la cavité médullaire. A ce moment, l'aiguille doit être fixée dans le sens transversal et antéro-postérieur, mobilisable longitudinalement, cathétérisant la lumière médullaire.

Cette méthode est également applicable pour le fémur par le genou, pour l'humérus en pénétrant par l'épaule.

2° *L'injection.*

Elle est pratiquée à la seringue. On peut faire appel à différentes substances opaques dont la quantité varie entre un demi-centimètre cube pour un liquide épais à quelques centimètres cubes pour un liquide très fluide. Différentes substances opaques sont utilisées : huile iodée, liquide épais dont un demi-centimètre cube suffit. Le lipiodol présente une diffusion moindre que les deux produits suivants employés plus souvent :

a) Suspension colloïdale d'oxyde de thorium à 30 % : cependant deux centimètres cubes déterminent habituellement la mort : aussi, faut-il se contenter de 3.10^e de centimètre cube permettant en général la survie de l'animal;

b) Le diiodométhylsulfonate de Na, substance

opaque soluble, est une excellente préparation, mais dont la diffusion extrêmement rapide exige une technique spéciale.

Quel que soit le produit utilisé, l'injection est poussée lentement. Les incidents de la ponction sont rares : l'hémarthrose est exceptionnelle, et alors légère et sans gravité. On peut même répéter les ponctions sans inconvénients.

B) Résultats.

a) Toute substance injectée dans la moelle osseuse du cobaye passe immédiatement dans la circulation, et avec une rapidité telle qu'elle fait de la voie intramédullaire l'homologue de la voie intraveineuse;

b) L'injection de quelques bulles d'air en même temps que la substance opaque est fort mal supportée par le cobaye. Cette constatation, si l'on peut admettre que chez l'homme les communications entre moelle et veine sont aussi libres que chez l'animal, doivent inciter à une vigilance toute spéciale au cours des ponctions de moelle osseuse en général, et en particulier dans les injections thérapeutiques intramédullaires, sans cependant en exclure la possibilité. Cette notion de rapidité de passage dans la circulation des substances opaques injectées, à condition que celles-ci soient suffisamment fluides, est également riche d'autres conséquences : c'est ainsi que, chez un cobaye sensibilisé, on peut déterminer des phénomènes de grande anaphylaxie par une injection déclanchante dans la moelle (9).

D'autre part, des germes microbiens introduits par voie intramédullaire se retrouvent aisément par seul examen direct dans la plupart des organes : foie, pou-

mon, rate. C'est en particulier le cas d'une suspension de bacilles de Koch injectée dans la moelle osseuse d'un cobaye.

Bien mieux, une substance opaque, *lipiodol* ou *oxyde de thorium colloïdal*, à un degré peut-être moindre que le goudron, adjointe aux substances virulentes injectées par voie intramédullaire (culture de bacilles de Koch, pus d'abcès froid, crachats bacillifères, liquide céphalo-rachidien de méningite tuberculeuse, etc...), semble parfois précipiter la marche de la tuberculisation. Malgré l'inconstance de ce fait, il semble suffisamment important pour qu'on puisse envisager dans une certaine mesure, dans un but pratique, l'adjonction de substances opaques aux produits soupçonnés tuberculeux, afin d'obtenir une réponse plus rapide du laboratoire. Mais nous ne voulons insister ici que sur l'intérêt de l'injection de substances opaques dont la rapidité de diffusion est — répétons-le — surprenante, dépendant évidemment de la consistance des produits employés, d'autant plus rapide que la substance est plus fluide :

tel cliché pris immédiatement après injection de deux centimètres cubes d'oxyde de thorium colloïdal à 30 % révèle l'injection quasi immédiate du système veineux cave inférieur et même bientôt des poumons cliché n° 1);

tel autre doit être pris au cours même de l'injection tant la diffusion est rapide et complète : c'est le cas au cours de l'injection de diiodométhylsulfonate de Na, dont il ne reste plus dans la moelle que des traces au bout de quelques minutes.



CLICHÉ N° 1

Radiographie obtenue après injection de deux centimètres cubes d'oxyde de thorium colloïdal à 30 % dans la moelle du tibia gauche d'un cobaye.

D'après MM. R. BENDA, Ch. DEBRAY et J. BOURRÉE.

DEUXIÈME PARTIE

RECHERCHES PAR INJECTIONS DE SUBSTANCES OPAQUES DANS LA MOELLE OSSEUSE STERNALE DE L'HOMME.

Ces recherches, auxquelles MM. R. BENDA et E. ORINSTEIN m'ont fait l'honneur de m'associer ont été principalement effectuées sur le cadavre.

Elles se justifient à un triple point de vue.

D'abord la nécessité de vérifier chez l'homme les premiers résultats donnés par les recherches chez l'animal.

Ensuite, le fait qu'actuellement c'est uniquement ou presque au sternum d'accès facile que l'on s'adresse pour pratiquer la ponction médullaire osseuse chez l'homme.

C'est enfin l'extrême simplicité de l'expérimentation, mise à part, bien entendu, la minutie que commande toute technique quelle qu'elle soit.

1° Nous envisagerons d'abord les renseignements d'ordre anatomique fournis par la radiographie, abstraction faite des images créées par les injections de substances opaques intramédullaires.

Nous n'insisterons que peu sur l'aspect radiogra-

phique de cet os, et cependant soulignons que nous avons pu constater son extrême diversité morphologique, plus encore que ne le laissaient supposer les travaux anatomiques faits jusqu'à présent.

Sur nos clichés tous pris de face, l'os apparaît nettement avec trois pièces : la poignée ou manubrium, le corps ou lame avec ses incisures costales, enfin l'appendice xiphoïde. Sur des radiographies bien centrées de fines travées osseuses se dessinent nettement.

Notons cependant deux faits :

D'une part, l'extrême variété de forme et de position de la pièce xiphoïdienne, tantôt prolongeant le corps, tantôt confondue avec lui, souvent obliquement disposée, parfois même sur certains clichés apparaissant nettement séparée et affectant un aspect en breloque.

D'autre part, citons sur un de nos clichés à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur de la lame, un peu à droite de la ligne médiane, la présence d'une perforation complète à bords réguliers.

Ce polymorphisme radiographique présente infiniment plus de variété que les descriptions anatomiques habituelles.

2° Mais nous avons ici essentiellement en vue les renseignements que nous apporte l'injection de substances intramédullaires opaques.

Il y a lieu d'en préciser rigoureusement la technique.

Technique.

Nous avons pratiqué l'injection intramédullaire sternale de deux façons :

Tantôt sur le sternum en place, en connexion donc avec le cadavre.

Tantôt sur le sternum isolé préalablement.

Trois types de substances opaques ont été utilisées :

1) Le diiodométhane sulfonate de Na, formule B, connue sous le nom de *Tenebryl* à 45 %, en flacon de 25 cm³;

2) L'oxyde de thorium colloïdal à 30 %, connu sous le nom de *Collothor* dans le commerce;

3) Mais surtout une autre substance entre dans notre expérimentation à côté de ces deux produits déjà utilisées : le *Lipiodol Fluide*, ester éthylique iodé à 40 % des acides gras de l'huile d'œillette, en ampoules de 5 centimètres cubes. Il nous donne des résultats intéressants alors que, comme nous l'avons vu, le Professeur JOSEFSON utilisait sans succès le lipiodol lourd.

Matériel d'injection.

L'aiguille à ponction sternale avec mandrin et ailette, à biseau court, telle qu'on l'emploie couramment en clinique, est celle que nous avons utilisée dans toutes nos expériences.

L'usage de la seringue graduée en verre avec embout ordinaire est parfaitement possible. C'est elle qui nous a servi le plus souvent (seringue de 10 à 20 centimètres cubes). Mais on ne saurait trop insister sur la nécessité d'une étanchéité parfaite au niveau du piston et surtout de l'embout : nous verrons plus loin les inconvénients possibles en l'absence de telles conditions.

Aussi serait-il souvent préférable de faire appel à

la seringue construite sur les indications de M. R. BENDA, seringue parfaitement étanche, à piston métallique, et surtout à embout vissable sur l'aiguille déjà mise en place.

La seringue sera remplie suivant la technique habituelle en chassant toute bulle d'air.

Mise en place de l'aiguille.

La technique doit être identique à celle de la ponction pour médullogramme pratiquée « in vivo ». C'est avec les mêmes précautions qu'on évitera, après perforation des plans cutanés et de la lame compacte superficielle, l'issue de l'aiguille derrière la pièce sternale : toute fusée liquidienne extrasternale rendrait le cliché ininterprétable.

Où ponctionne-t-on ?

Il nous semble intéressant de procéder à des injections, soit dans le manubrium seul, soit dans le corps seul, soit enfin dans les deux pièces sternales.

L'injection, après adaptation la plus rigoureuse possible sur l'embout de l'aiguille en place, sera poussée lentement ; on s'attachera à éviter toute issue du liquide au dehors, au besoin en maintenant l'embout avec un tampon d'ouate.

Tantôt l'injection n'est plus possible après pénétration de quelques centimètres cubes.

Tantôt au contraire on arrive à faire pénétrer une quantité étonnante de liquide.

Extériorisation de l'injection opaque.

L'exploration radiographique peut être dès lors pratiquée sur le cadavre entier. Elle nous a donné un

mauvais résultat, sans que cependant on puisse en tirer une conclusion; car on se heurte à des difficultés pratiques assez grandes et, d'autre part, notre expérimentation n'a porté que sur un seul cas.

Nous avons, en effet, le plus souvent procédé à l'exérèse sternale, qui s'effectue suivant la technique habituelle : incision cutanée longitudinale, écartement des plans musculo-cutanées, désarticulation claviculaire.

Mais le costotome doit toujours couper assez loin du sternum, afin d'éviter les paquets vasculaires intercostaux sur une étendue moyenne.

Lorsqu'on soulève le plastron ainsi dégagé, les ligaments phréno-péricardiques ne doivent pas être coupés trop au ras de l'os afin de respecter les paquets vasculaires mammaires internes qui courent le long des fossettes de Souligoux.

Une bonne précaution consiste enfin à vérifier dans le médiastin l'absence de liquide injecté : dans le cas contraire l'aiguille a été mal placée.

Que le sternum ait été injecté en place ou isolé, le dernier temps radiographique demeure le même. Insistons sur la nécessité de bons clichés, bien centrés, pris de face.

Les résultats.

Notre expérimentation porte sur neuf pièces anatomiques dont l'étude permet déjà des conclusions intéressantes.

Notons d'emblée que ces résultats ont été les mêmes, qu'il s'agisse de sternums injectés en place ou isolément.

Il nous ont permis de préciser dans un certaine mesure, d'une part, la configuration interne de la

moelle et la diffusion de la substance opaque, d'autre part, les connexions vasculaires des différentes pièces sternales.

*
* *

Voici quel est l'aspect radiographique des différents sternums injectés, dont nous reproduisons ici deux clichés des plus typiques :

Première pièce. — Le 23 mai 1939, M. T...

Injection dans le sternum isolé de 10 centimètres cubes de collothor. L'aiguille est demeurée en place; à son point de pénétration, un lac madréporique de substance opaque se dessine. Deux traînées sous-jacentes diffusent dans le sens vertical. Le paquet vasculaire mammaire interne est seulement injecté du côté droit, où l'on remarque la naissance de trois vaisseaux intercostaux et de deux ou trois vaisseaux nourriciers.

Deuxième pièce. — Le 30 mai 1939, M. L...

Injections successives, sternum en place, dans le manubrium, puis dans la lame sternale, de 10 centimètres cubes de collothor.

Le sternum apparaît nettement avec une xiphoïde en breloque. Dans le manubrium, un lac de substance opaque, un peu en bas et à gauche, irradiant en madrépore dans la presque totalité de la pièce en un fin réseau.

Egalement, en plein centre de la lame, apparaît un gros lac opaque à diffusion ascendante et droite marquée. Un peu au-dessous un lac moins important, en connexion avec le précédent. Il y a une grosse diffusion de la substance opaque, mais pas de connexion vasculaire

évidente entre les différentes pièces. D'un vaisseau mammaire gauche particulièrement bien injecté, part, avec une netteté frappante, un vaisseau nourricier gauche.

Troisième pièce. — Le 31 mai 1939, M. D...

Injection, dans le sternum en place, de 20 centimètres cubes de collothor, dans la lame sternale, au niveau du deuxième espace intercostal. Il apparaît très nettement une grosse tache centrale, en récif de corail, étoilée, madréporique. Il n'y a pas de diffusion spécialement marquée dans le sens vertical. Manubrium et xiphoïde ne présentent aucune trace d'injection. Mais il y a injection symétrique des deux groupes mammaires. Leurs rameaux intercostaux apparaissent nettement à droite. Des deux côtés, des vaisseaux nourriciers laissent deviner un trajet rétrosternal. C'est ce cliché qui montrait dans la lame une perforation complète indépendante de la piqûre.

Quatrième pièce. — Le 2 juin 1939, M. P...

Injection sur le sternum en place, au tiers supérieur de la lame sternale de 30 centimètres cubes de collothor. L'injection de cette pièce est particulièrement réussie. Nous en reproduisons ici le cliché (fig. 2). Comme sur tous les autres nous remarquons au point de ponction, au tiers supérieur de la lame sternale, un lac de substance opaque d'étendue moyenne. Surtout, il existe une diffusion marquée descendante dans le sens vertical, médiosternale, se perdant en un filet qui s'estompe à quelques centimètres au-dessus de la base de l'appendice xiphoïde. Des deux côtés, il y a injection des vaisseaux mammaires internes. Du côté droit, trois vais-

seaux nourriciers, dont le supérieur a un point de départ net, se perdent sur la traînée verticale de substance opaque. Du côté gauche, un seul vaisseau nourricier et trois intercostales apparaissent nettement.

Cinquième pièce. — Le 16 juin 1939, M. C...

Injection de 10 centimètres cubes de collothor dans le sternum en place. Deux clichés sont faits : un sur le cadavre entier, l'autre sur le sternum détaché.

Le premier cliché sur cadavre entier ne révèle qu'une mince coulée opaque, floue, dont l'aspect est ininterprétable.

Le deuxième cliché par contre est particulièrement intéressant. Un petit lac opaque, très près du bord gauche de la lame sternale. Du même côté, un vaisseau mammaire bien injecté, d'où s'échappe une collatérale divergeant en un pinceau vasculaire nourricier à quatre ou cinq rameaux particulièrement nets. Seul, le côté gauche est injecté. La reproduction en est faite à la figure 3.

Sixième pièce. — Le 17 août 1939, M. D..

Injection — faite sur le cadavre — de ténébryl dans la lame sternale. Le cliché, d'ailleurs très flou, ne nous révèle aucune trace du liquide injecté.

Septième pièce. — Septembre 1939, M...

Injection de collothor dans la lame sternale en place.

On obtient également une grosse tache madréporique au point d'injection. Vaisseaux mammaires internes, intercostaux, nourriciers nombreux; grosse tendance à la diffusion.



CLICHÉ N° 2. — *Quatrième pièce. M. P...*

Huitième pièce. — Septembre 1939, M. X...

Injection dans la lame sternale de 10 centimètres cubes de lipiodol fluide.

Lac d'injection peu opaque, diffusion aux deux tiers supérieurs de la lame sternale, et surtout au manubrium. Vaisseaux mammaires, intercostaux et nourriciers des deux côtés. Dans l'ensemble, l'injection apparaît moins nette et plus fractionnée avec le lipiodol qu'avec le collothor (fig. 3).

Neuvième pièce. — Le 20 septembre 1939, M. P...

Injection de 10 centimètres cubes de lipiodol F dans la lame sternale sur le cadavre. Cette pièce, la dernière que nous ayons pu injecter, présente un grand intérêt par la diffusion même de la substance injectée. Le lac opaque du point d'injection est moyennement marqué, mais la diffusion est verticalement descendante et médiosternale sur toute la hauteur de la lame. De nombreux vaisseaux, s'en détachant latéralement, se dessinent. Cependant il est difficile d'affirmer d'une façon absolue que le manubrium est injecté.

*
* *

De ces neuf clichés, quel enseignement tirer ?

1°) En ce qui concerne la *configuration interne de la moelle sternale de l'homme*, une image est constante, quel que soit le produit employé (qui était d'ailleurs le plus souvent le collothor) c'est le *lac de substance opaque, d'aspect toujours identique, en récif de corail, madréporique, étoilé, avec pour centre le point d'injection*. Quelles que soient son intensité ou ses dimensions, sa disposition demeure la même sur tous les clichés;

2° Beaucoup plus intéressants sont les renseignements que l'on en tire sur la *diffusion* même de la substance opaque, en dehors de la diffusion locale autour du point de ponction.

Un premier phénomène de diffusion est réalisé par l'extension dans la pièce où l'injection est effectuée : elle est verticale, descendante, atteignant presque l'extrémité inférieure de la lame.

Quant à la diffusion entre les différentes pièces d'un même sternum, en particulier de la lame au manubrium comme le montre le cliché de la pièce n° 8, il témoigne de l'importance des connexions vasculaires de la moelle sternale;

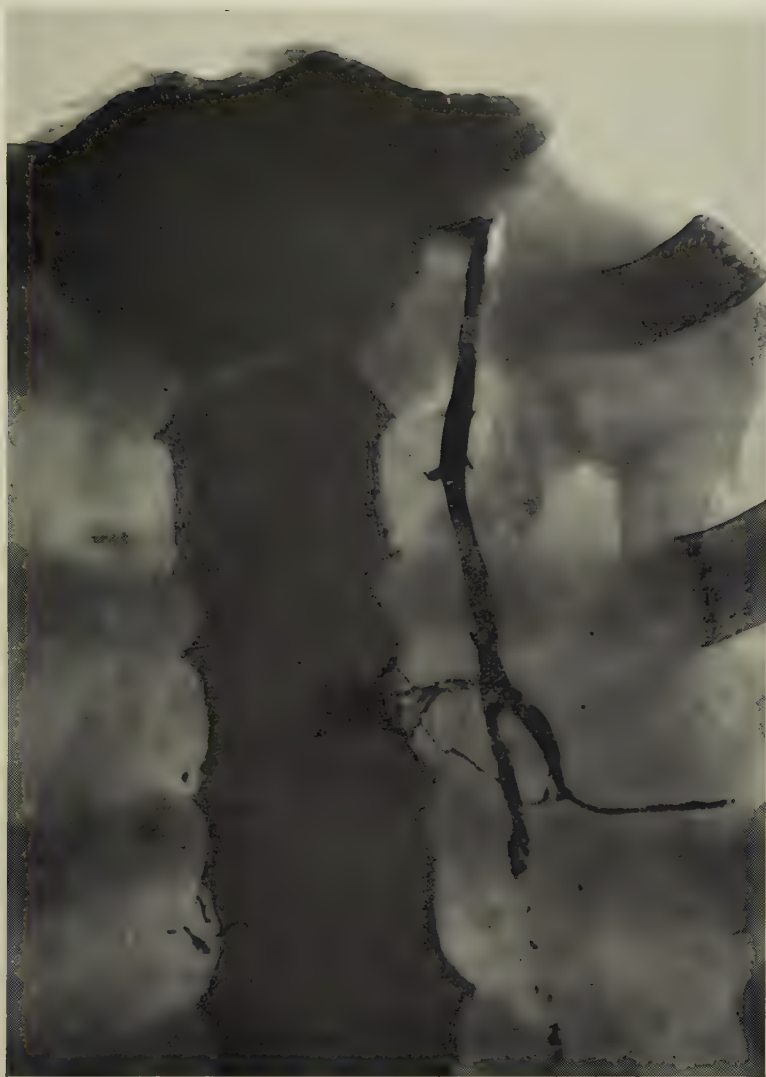
3° En effet, ces *connexions vasculaires* sont mises en évidence par trois ordres de faits :

a) D'abord, l'allure même des images étoilées, souvent en mailles, témoignant d'un réseau anastomotique intense;

b) Ensuite, l'injection quasi constante des vaisseaux mammaires internes soit d'un seul côté (une pièce), soit des deux (presque toutes les autres), dans tous les cas avec une netteté incontestable. Il en est de même pour les vaisseaux intercostaux qui semblent s'en détacher.

A ce propos, il est intéressant de signaler qu'il s'agit vraisemblablement le plus souvent de la veine mammaire interne plutôt que de l'artère.

La preuve en est d'abord dans l'aspect macroscopique des veines mammaires lorsqu'on soulève le plastron lors de sa ressection. Elles apparaissent le plus souvent gorgées de substance opaque.



CLICHÉ N° 3. — *Huitième pièce. M. X...*

C'est ensuite une injection de contrôle au vert de méthyle qui confirme cette impression. Ce colorant est en effet facile à repérer dans la veine.

Ces faits sont loin de nous étonner, confirmant une fois de plus l'homologie des voies endo-médullaires et endo-veineuses, même chez l'homme.

c) L'étude enfin de ces clichés permet de mettre en évidence d'une façon certaine l'existence et la morphologie de vaisseaux nourriciers du sternum en connexion avec les lacs intramédullaires.

Notons à ce sujet qu'il n'a pas été porté à notre connaissance, dans la nomenclature anatomique actuelle, de description anatomique ni des trous nourriciers du sternum, ni de ses vaisseaux nourriciers. (POIRIER, HOVELACQUE, ROUVIÈRE).

CONCLUSIONS

1) Du point de vue expérimental, les injections de substances opaques intramédullaires pratiquées par MM. R. BENDA, Ch. DEBRAY et J. BOURRÉE, chez le cobaye, ont montré l'extrême rapidité de diffusion de ces substances dans la circulation, permettant d'homologuer les voies endo-médullaires et endo-veineuses;

2) Des travaux récemment poursuivis par M. R. BENDA, E. ORINSTEIN et l'auteur de cet exposé apportent, chez l'homme :

a) Des précisions sur la configuration interne de la moelle osseuse et sur le mode de diffusion des produits opaques injectés dans la cavité médullaire du sternum. (Sternum en place ou isolé du cadavre);

b) Des indications sur les connexions vasculaires avec les conséquences anatomiques qu'elles comportent (vaisseaux mammaires internes, intercostaux et nourriciers).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) DUBUISSON-CHRISTÔT. — *Recherches anatomiques et physiologiques sur la moelle osseuse des os longs*. Thèse, Paris 1865. Cité par G. H. ROGER, article « Moelle osseuse » in *Traité de physiologie normale et pathologique*.
- 2) OLUP THOMSEN et J. ENGELBRETH-HOLM. — *Experimentelles Hervorrufen von leukotischen Zuständen bei Hühnern*. Acta pathologica et microbiologica scandinavica. T. 8 1931, p. 121.
- 3) JEAN BERNARD. — *L'érythroleucémie expérimentale provoquée par le goudron*. Soc. d'Hématologie, 5 novembre 1933.
— *Polyglobulies et leucémies provoquées par les injections intramédullaires de goudron*. Thèse, Paris 1936.
- 4) JOSEFSON (A). — *A new method of treatment. Intraosseal injections*. Acta medica scandinavica 81, fasc. 5-6, 1934.
- 5) CODVELLE, BERNARD (J.) et GUICHÈNE. — *Aleucie hémorragique. Essai de traitement par des injections intramédullaires de goudron*. Soc. d'Hématologie, 5 mai 1936.
- 6) R. BENDA, F. FRANCHÉL, J. DUCATEL et J. NICOLAS. — *Premiers résultats d'une étude sur le chimisme du*

suc médullaire prélevé par ponction sternale. Extrait des Bulletins et Mémoires de la Société Médicale des Hôpitaux de Paris, séance du 4 mars 1938, n° 9.

- 7) GOHS (W.) — *Zur frage der Blut und Gefassbildung im Knochenmark. Virchows Archiv, 294, 1934-1935, p. 103.*
- 8) R. BENDA, Ch. DEBRAY et J. BOURRÉE. — *Injection du système veineux du cobaye par voie médullaire osseuse. Résultats qu'il est possible d'en attendre. Extrait des Bulletins et Mémoires de la Société Médicale des Hôpitaux de Paris, séance du 14 mai 1937, n° 17.*
- 9) R. BENDA, Ch. DEBRAY et J. BOURRÉE. — *Renseignements fournis par l'injection intramédullaire de sang humain chez le cobaye. Société d'Hématologie, séance du 5 mai 1937.*

VAN DEINSE et DIMANSKI. — *Société de Biologie, 14 décembre 1935.*

IMPRIMERIE GIRAULT, S.A.
3, Place de l'Eglise, SAINT-CLOUD (S.-et-O.)
Téléph. : MOLitor 43.69
R. C. Versailles 49,018 B
